

Historien (og krigen) om elektricitet

Historien om elektriciteten er på mange måder en gyser med en krig mellem fortalerne for jævnstrøm (DC) og vekselstrøm (AC). Mange personnavne er blevet en del af vores elektriske hverdag (Ørsted, Ampere, Watt m.fl.) og nogle er blevet til bilmærker som den kendte Tesla og Faraday (under udvikling) eller modelnavne som Chevrolet Volt (hybrid).

1800-tallet

Elektrisk buelys (arc light) var kendt og brugt allerede fra tidligt i 1800-tallet, men først omkring 1870 blev det indført som belysning i byerne, hvor det så småt afløste de mindre effektive gaslygter.

Systemet som blev forsynet fra centrale el-værker var særdeles effektivt og kunne oplyse store arealer, gårde, gader mv., men det krævede spænding på mere end 3000 Volt, primært på jævnstrøm, men virkede faktisk bedre på vekselstrøm, som var under udvikling bl.a. i Europa.

På trods af sin effektivitet (lysspredning) og med en rækkevidde på 5-10 km kabellængde var det bedst egnet til udendørs brug og både brandfarligt og farligt at arbejde med pga. de høje spændinger.

1878

Thomas Edison 'så lyset' - muligheden for at levere strøm direkte til husstandende og dermed lys ind i hjemmene.

I 1882 etablerede han aktieselskabet Edison Illuminating Company i New York, som skulle konkurrere med gasselskaberne med sit 110 Volt lavspændingssystem og lamper han selv havde opfundet.

Systemet var baseret på jævnstrøm (DC - Direct Current), hvor spændingen er den samme fra afsender til modtager, hvilket begrænser rækkevidden og kræver opbygning af en lang række el-værker for at kunne forsyne bare en by/storby.



Fordelen er at det kan suppleres af batteristrøm og dermed en sikkerhed for strøm også hvis el-leveringen har problemer – en tanke der også i dag anvendes - såkaldt nødstrøm, f.eks. på hospitaler og i datacentre.

Jævnstrøm er også velegnet til at drive el-motorer.

Edison havde også opfundet en el-måler (kun til jævnstrøm), så forbrugerne kun betalte for det faktiske forbrug.

1 **Jævnstrøm** er elektrisk strøm, der altid løber i samme retning. Modsat vekselstrøm, hvor strømmens retning hyppigt vendes. Varierer strømmen meget, men uden at vende retning, kan man tale om pulserende jævnstrøm.

2 Den engelske/internationale betegnelse er *Direct Current* (DC), modsat *Alternating Current* (AC) for vekselstrøm. Strøm måles i ampere, der er et udtryk for ladning per tid i enhederne coulomb/sekund. Enten måles jævnstrømsdelen eller vekselstrømsdelen. Løber strømmen lige meget frem og tilbage, er jævnstrømmen nul. Er strømmens størrelse helt konstant, er vekselstrømmen nul. Der kan både løbe jævn- og vekselstrøm på samme tid i den samme leder.

3 Det er sværere at afbryde en jævnstrøm end en vekselstrøm, da der dannes en lysbue/gnist mellem kontakterne. Ved vekselstrøm bliver strømmen ofte nul og slukker derfor selv lysbuen. Derfor kan man nøjes med mindre afbrydere til lysnettet i elinstallationer og el-apparater, end dengang elforsyningen var med jævnspænding.

4 Batterier er jævnspændingskilder og kan derfor kun levere en jævnstrøm. Det meste elektronik kører på jævnspænding, og har man ikke et batteri til rådighed, ensretter og udglatter man vekselspændingen til en brugbar jævnspænding. Fordelen ved jævnstrøm er, at man kan oplade batterier (akkumulatorer) og gemme den. En bil kan stå urørt i et stykke tid og vha. oplagret jævnstrøm kan man starte bilen.

1880

I begyndelsen af 1880'erne vandt vekselstrømmen (AC – Alternating Current) frem, især fordi man via transformering kunne 'steppe' spændingen op og sende den over længere afstande og her 'steppe' den ned igen til praktisk anvendelse.

Udvikling af transformeren var foregået flere steder i Europa i omkring 40 år med større eller mindre effektive løsninger.

Principperne i dagens transformere er udviklet af 3 ungarske ingeniører Z.B.D: Team: Károly Zipernowsky, Ottó Bláthy og Miksa Déri i 1882.

Ottó Bláthy opfandt efterfølgende en el-måler til måling af forbrug af vekselstrøm.

Deres patenter omfattede bl.a. også muligheden for at parallelkoble el-udstyr frem for serie-kobling.

1884

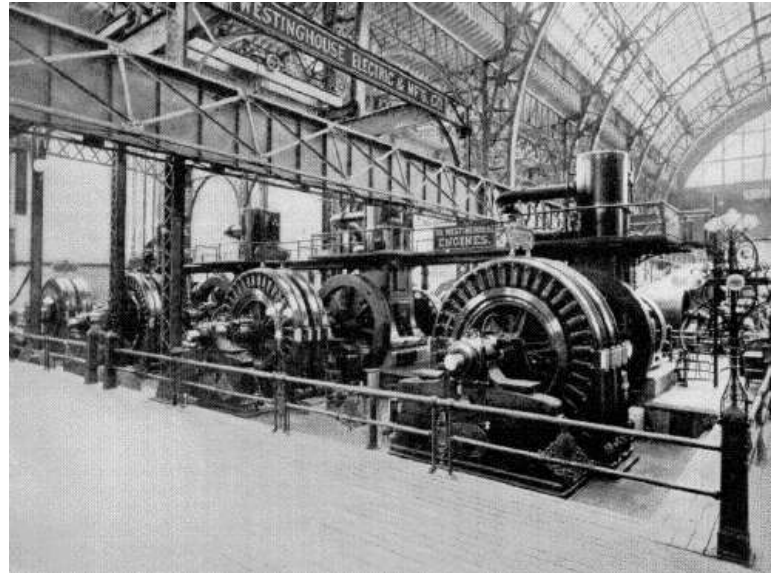
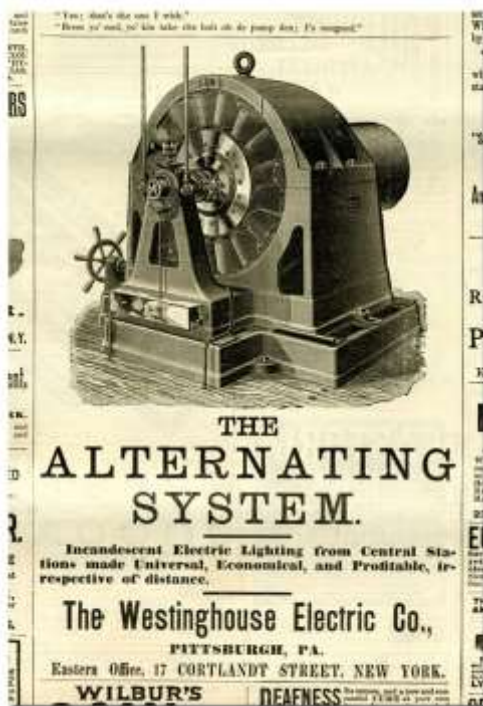
I Nordamerika trådte investoren Georg Westinghouse ind på arenaen, hvor han begyndte at udvikle jævnstrømssystemer, men allerede året efter – i 1885 – blev han opmærksom på udviklingen af vekselstrøm i Europa via det engelske tidsskrift "Engineering".

Han så straks muligheden for at levere strøm over længere afstande til mange flere brugere – og til en billigere pris fordi brug af vekselstrøm og transformering krævede bygning af færre el-værker.

El-leveringen kunne anvendes både til buelys lamper (høj spænding) og til private hjem og anden belysning (lav spænding) via transformering.

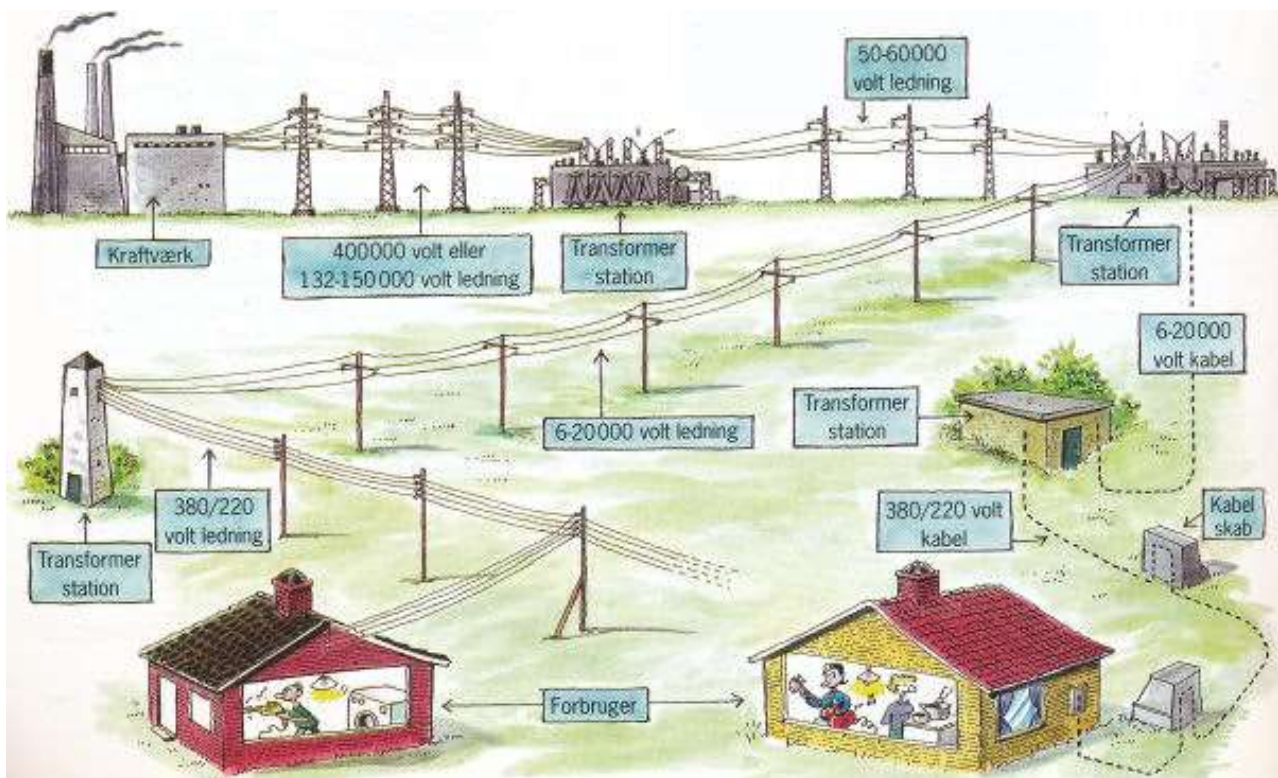
I konkurrence med Edison's mange el-værker og korte leveranceafstand, var der mange lokaliteter omkring og imellem Edison's kunder, hvor Westinghouse kunne levere strøm.

Han opkøbte en række patenter og importerede bl.a. fra Siemens et antal generatorer for at kunne eksperimentere med vekselstrømmen.



Westinghouse dynamoer – ca. 1884

I 1886 etableres Westinghouse Electric Company, og i marts samme år demonstreres systemet i byen Great Barrington, Massachusetts, hvor man leverede strøm til 23 virksomheder langs hovedgaden med meget begrænset krafttab over 4000 fod. Man transformerede spændingen op til 500 AC Volt og tog det ned igen til 100 Volt til brug for belysningen i de 23 bygninger.



Allerede inden udgangen af 1886 havde man opbygget det første kommercielle system i Buffalo, New York.

I 1887 havde Westinghouse bygget 68 AC el-værker mod Edisons 121 DC el-værker, men Edison blev presset af en tredje spiller på banen, firmaet Thomson-Houston (grundlagt af Elihu Thomson) der også leverede vekselstrøm fra 22 værker i forskellige former for samarbejde med Westinghouse for at undgå patentsager.

Der var nu også andre leverandører i konkurrencefeltet med hver sine el-værker med strøm til buelampesystemer, og udvikling af el-pærer (forskellige typer og teknologier) til bredere anvendelse.

Popular Science Monthly 115

MAZDA

"Not the name of a thing, but the mark of a service"



The new light that MAZDA Service throws on lamp-manufacturers' problems is reflected in the brighter, whiter light that MAZDA Lamps give in your home ::

The Meaning of MAZDA

MAZDA is the trademark of a world-wide service to certain lamp manufacturers. Its purpose is to collect and select scientific and practical information concerning progress and developments in the art of incandescent lamp manufacturing and to distribute this information to the companies entitled to receive this service.

MAZDA Service is centered in the Research Laboratories of the General Electric Company at Schenectady, New York. The mark MAZDA can appear only on lamps which meet the standards of MAZDA Service. It is thus an assurance of quality. This trademark is the property of the General Electric Company.

RESEARCH LABORATORIES OF GENERAL ELECTRIC COMPANY

Annonce – est. 1918



WHO SNATCHED THAT NEW G-E BULB ?

BULBSNATCHERS LOVE GENERAL ELECTRIC'S NEW SMALLER, BRIGHTER 100-WATT BULB



Small as a 60-watt, brighter than two 60's, this new G-E 100-watt bulb fits where 100-watts wouldn't go before. Bulbsnatchers love 'em, so get a 4-pack now and keep plenty of spares on hand. Stock up on 3-way bulbs, too!



GENERAL ELECTRIC

Rated "It's everywhere" shape! Even small clips on shades won't pop off.

Annonce - 1957

Sikkerhedshensyn

Elihu Thomson var betænkelig ved sikkerheden i AC højspændingssystemerne, og ikke mindst på forbrugernes vegne – om hvor vidt de kunne håndtere, bruge og måske misbruge systemerne ved at koble mere el-udstyr sammen end godt var, så han holdt sig lidt tilbage med udbredelsen til private hjem og afventede udviklingen af mere sikkert transformerudstyr.

Netop på grund af farligheden ved højspænding var man i Europa begyndt at nedgrave el-kablerne, hvilket man også krævede i Chicago. Men i New York var der ingen restriktioner med det resultat at byen i 1887 var et stort fletværk af luftledere til telefon, telegraf, brandalarmer m.fl. blandet med el-kabler der transporterede strøm ved op til 6000 Volt.

Isolering var naturligvis et krav, men materialerne blev nedbrudt af vind og vejr med kortslutninger og andre ulykker til følge. Efter en langvarig snestorm i New York i 1888 blev et stort antal kabler revet ned af vægten med omfattende strømafbrydelser til følge.



Det pegede på en hurtig nedgravning af kablerne, og en lovgivning om at alle el-kabler skulle være nedgravet indenfor 90 dage blev standset at Western Union der protesterede mod loven. Også United States Illuminating Company protesterede vi et retssag og påstod af AC linierne var sikre nok !

Edison's modstand mod AC

Vekselstrømsystemerne vandt hurtigt frem og pressede Edison's virksomhed og samtidig steg prisen på kobber til kablerne, hvor jævnstrømmen krævede væsentlig tykkere kabler end vekselstrømmen.

Selvom om højtrangerende ledere og ingeniører i firmaet pressede på for at man skulle gå over til vekselstrøm var Edison stærkt imod, selvom de tabte markedsandele.

I 1886 skrev Edison: *"Just as certain as death Westinghouse will kill a customer within six months after he puts in a system of any size, He has got a new thing and it will require a great deal of experimenting to get it working practically."*

Edison baserede sin modstand på farligheden ved brug af vekselstrøm, ikke mindst fordi han havde vægtet forbrugersikkerheden højt i sin udvikling af jævnstrømsystemet.

I 1888 udsendt Edison's virksomhed en advarsel på 84 sider til aviser og dagblade, som havde planer om at købe elektrisk udstyr fra Westinghouse og andre. Man påpegede at man kunne komme i klemme pga. de patentrettigheder som Edison havde til forskellige elementer i vekselstrømssystemerne, bl.a. havde Edison patentrettigheder til Z.B.D. transformere.

Aflivning ved brug af elektricitet

Farligheden ved højspænding f.eks. til buelamperne var naturligvis en realitet og der var da også nogle ulykker og dødsfald forårsaget af fejl og fuldkab, f.eks. hvor en fuld sømand døde ved at pille ved en højspændingsgenerator – og døde af det.

Det fik en tandlæge og en fysiker til at gå sammen for at finde ud af hvor meget strøm der skulle til for at slå ihjel ! Efter af have forsøgt sig med hundredevis af hunde publicerede de i 1882 og 1883 deres resultater og foreslog metoden som afløsning for tiden hængning af dødsdømte forbrydere.

Det vakte politiets interesse, et udvalg blev nedsat og i 1888 anbefalede udvalget at bruge elektricitet frem for hængning. Den elektriske stol var en realitet !

Man havde søgt råd hos de forskellige producenter af strøm, bl.a. Westinghouse og Edison, hvor sidstnævnte ikke ønskede at blive involveret.

Og måske, som starten på det som benævnes "War of Current", fyrede Edison denne svada af:

"... the best method would be to use current generated by "alternating machines," manufactured principally in this country by Geo. Westinghouse."

Desværre fulgte der jævnligt dødsfald forårsaget af højspænding og buelys lamperne.

En Harold Brown, der intet havde med Edison at gøre, kastede sig ind i diskussionen på Edisons side. Brown drev en hård lobbyaktivitet og foreslog at lovgivningen skulle begrænse vekselstrømsspændingen til maksimum 300 Volt, hvilket ville gøre transport over lange afstande umulig.

Brown tilbød Edison at demonstrere farligheden ved vekselstrøm og fik stillet forskellige faciliteter til rådighed. Man fik drenge til at indfange et antal løse hunde som man eksperimenterede med inden den endelige demonstration d. 30. juli 1888.

En hund i bur skulle 'strømforsynes' og på trods af at mange tilskuere protesterede og mange forlod seancen, satte han 1000 Volt jævnstrøm til hunden – som den overlevede. Herefter satte Brown 330 Volt vekselstrøm til hunden, som nu døde !

Fire dag senere gentog han demonstrationen ved at sætte 300 Volt til en hund, som døde, for at bevise overfor protesterende stemmer, at resultatet af den første demonstration ikke skyldtes at hunden var blevet skadet af den første 1000 Volt DC.

Browns motiver er fortsat uklare, men Edison støttede naturligvis gerne op omkring Browns skrivelser og demonstrationer.

Patenter

I mens alt dette foregik, havde Westinghouse travlt med at opkøbe en række virksomheder, der på forskellig vis arbejdede med vekselstrøm, f.eks. fremstilling af elektriske pærer (der var flere opfindelser) og fik etableret et samlet koncept omkring vekselstrøm, levering, udvikling og produkter.

I 1888 købte Westinghouse et patent på en fler-faset AC induktionsmotor udviklet af Nicola Tesla.

De mange opkøb bragte Westinghouse i knæ, og man måtte sætte udviklingen lidt på hold, og storinvestoren J. P. Morgan forsøgte at overtage virksomheden.

De store behov for udvikling krævede investeringer og mange virksomheder indenfor elektricitetsbranchen blev tvunget til at gå sammen ved fusioner eller opkøb.

Konkurrenten Thomson-Houston opkøbte f.eks., mindre virksomheder og kontrollerede efterhånden alle buelys lampe systemer i USA.

El-krigen er på sit højeste

I efteråret 1888 kommer der igen et kraftigt angreb på Westinghouse fra Brown, som påstår at mindst 30 personer er blevet dræbt af vekselstrøm. Magasinet "Electrical Engineer" undersøger sagen og kan kun finde frem til at måske to dødsårsager skyldes vekselstrøm !

Man diskuterer fortsat opbygning og anvendelse af den elektriske stol, placering og udformning af elektroder, strømstyrke osv. Man konkluderer også at vekselstrøm (AC) er mere effektivt end jævnstrøm (DC), men påpeger samtidig at Browns eksperimenter med hunde ikke er tilstrækkelig videnskabelige, da hunde er mindre end mennesker.

Man ender med brug af 3000 Volt, men fastlægger ikke om det skal være DC eller AC.

Et lægeudvalg ønsker mere relevante eksperimenter og tilrettelægger sammen med Edison's virksomhed at afprøve konceptet med fire kalve og en lam hest tilsat 750 Volt AC.

Baseret på resultaterne anbefaler lægepanelet brugen af 1000-1500 Volt til henrettelse. En avis påpeger at det kun er halvdelen af den spænding der sendes i kablerne mellem byerne i USA ! Westinghouse protesterer naturligvis mod eksperimentet, som de anser for et direkte angreb på vekselstrøm udført af en der arbejder for Edison.

Brown svarer ved at udfordre til en duel, hvor han vil lade sig strømføre med konstant stigende DC. hvis Westinghouse vil gøre det samme med AC. Den første der opgiver taber ! Westinghouse undslår sig.

Den elektriske stol

Da tiden nærmer sig for den første henrettelse vil ingen virksomhed officielt levere generatoren – ingen ønsker at blive 'forbundet' med forløbet, så i stedet forsøger man på kryds og tværs bag linjerne at købe sig til en af konkurrenterne udstyr for at kunne levere. Brown undslår sig for at designe selve stolen, men leverer gerne udstyr i det omfang han kan få fat i noget.



I folkemunde benævnes henrettelsen i den elektrisk stol som:

"Westinghoused" og "Browned" – det sidste lidt makabert.

Fangen som skulle henrettes hedder William Kemmler, og han protesterer med henvisning til sine konstituelle rettigheder for at blive henrettet 'humant' og at Brown har forfalsket sine resultater af eksperimenterne. I en høring hvor også Edison deltog, fastslog han at 1000 Volt var tilstrækkeligt til at slå et menneske ihjel.

William Kemmler fik afslag på sine apeller i 1889 og kom i stolen 6. august 1890. Teknikerne, som skulle stå for henrettelsen, havde misforstået den nødvendige spænding med det resultat at Kemmler fortsat trak vejret efter første stød. Proceduren blev gentaget før det lykkedes.

Det ville have været mere humant med hængning eller en økse, som en journalist skrev.

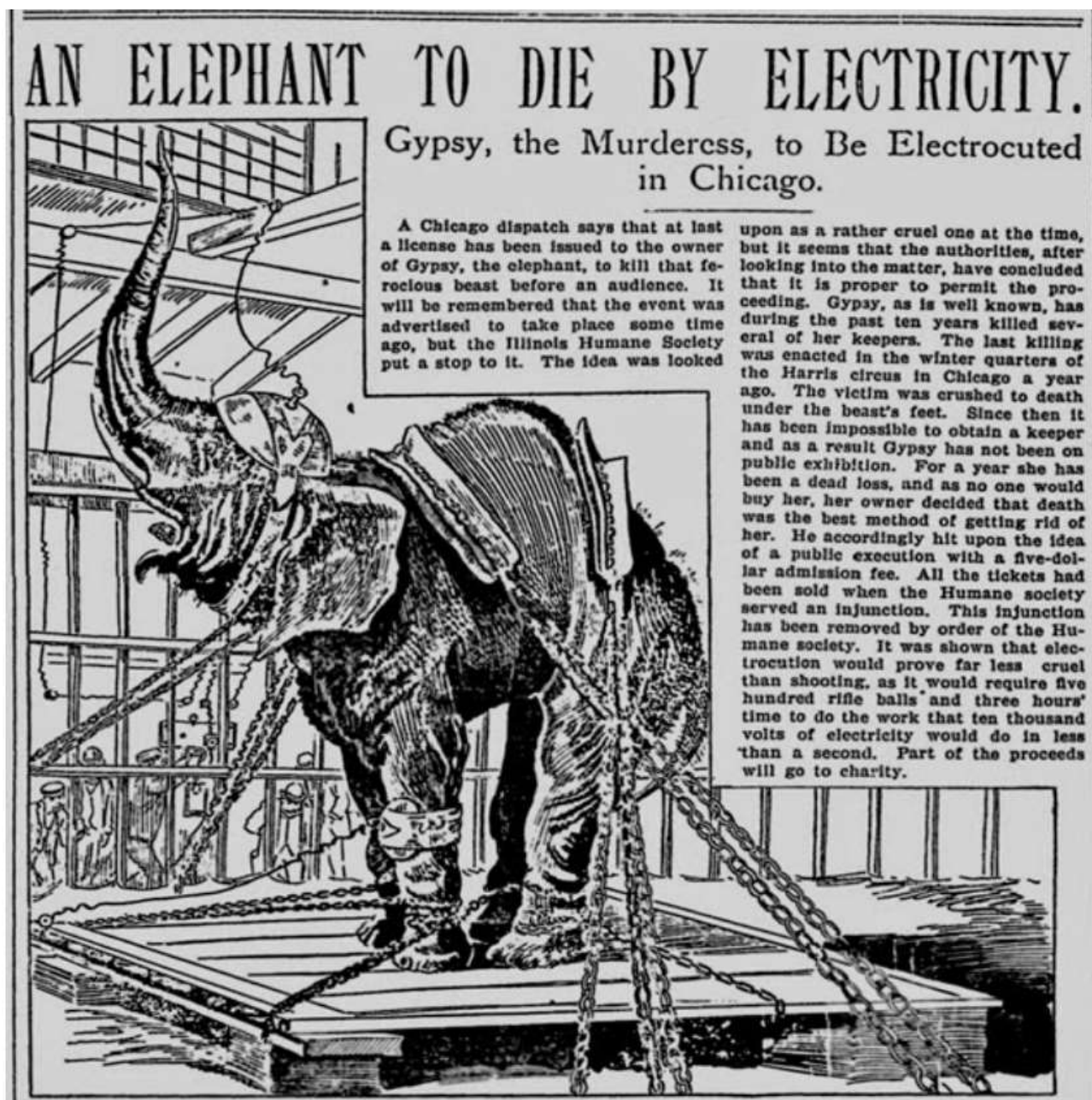
1890 og frem

Krigen mellem strømsystemerne er så småt ved at ophøre. Edison trækker sig ud af sin virksomhed og i den kommende år sker der igen en række sammenlægninger mellem de mange el-udviklere og andre selskaber. Krigen er dog ikke helt slut og kan man komme til at intimidere hinandens systemer – ja så gør man det.

En af de mest grusomme eksempler er historien om Topsy, der på samme vis ser tidens opfattelse og holdning til dyr.

Topsy

Historien udspiller sig i januar 1904 og handler om en indisk hun-elefant født omkring 1875 og ulovligt indført i USA, fra en halvfærdig dyre- og forlystelsespark – Luna Park - på Coney Island, New York.



Elefanten Topsy er kort forinden overført fra et cirkus, hvor den ikke havde det bedste ry efter at have dræbt en fuld tilskuer, som havde brændt den på snablen med en tændt cigar.

Efter et antal episoder i Luna Park bl.a. overfor en fuld dyrepasser og et par af ejerne, havde de besluttet at de ikke længere kunne beholde elefanten og at de ville hænge Topsy (!) ved et fuldt offentligt arrangement og tage entre.



Arrangementet blev dog forhindret af den amerikanske dyrebeskyttelsesforening, der satte spørgsmålstegn ved metoden og ved at gøre det til et show at aflive et dyr.

Ejerne begrænsede derefter arrangementet til kun at bestå af inviterede gæster og pressen, og lovede at anvende mere humane metoder end at hænge elefanten i et reb trukket op af en kraftig dampmaskine.

De lovede at bruge gift og elektricitet i stedet.

Der findes i dag på internettet flere filmstumper (ikke for sarte sjæle) bl.a. en på 74 sekunder der indledes med Edison Studios "Electrocuting an Elephant", "Thomas Edison", og som derefter skifter billede til Topsy, der føres gennem den ufærdige forlystelsespark og folkemængde til henrettelsesstedet af en dyrepasser.

Kameraet standser og en mellempériode på 1 time og 44 sekunder er ikke medtaget. I dette mellemliggende interval nægter Topsy at krydse en lille bro til øen.

Topsy fodres med gulerødder overtrukket med cyanid og kobberklædte sandaler med ledninger sættes på dens fødder. Da filmoptagelsen fortsættes ses Topsy på vej mod henrettelsesstedet mens den forsøger at ryste sandalerne af og standser op.

På dette tidspunkt sendes 6.600 Volt AC ind i hendes krop. Røg stiger op fra hendes fødder og hun vælter omkuld.



Edison Manufacturing Company frigiver filmen 13 dage efter Topsy's død i en række Edison biografer.

https://en.wikipedia.org/wiki/Electrocuting_an_Elephant

Filmen foregår 10 år efter afslutning af den såkaldte "War of Current"



Som bekendt vandt vekselstrømmen som bedste transportør og dermed til brug i bredest muligt omfang.

Elektriske kendisser.

TESLA

Nikola Tesla (1856-1943) har lagt navn til det meget aktuelle bilmærke Tesla. Serbisk-Amerikansk fysiker og opfinder. Hans patenter og teoretiske arbejde danner basis for moderne AC-systemer (vekselstrøm). Nikola Tesla opfandt vekselstrømsmotoren, hvilket satte gang i udbredelsen af vekselstrøm til almindelige forbrugere.

I øvrigt gjorde Tesla mange andre opfindelser, især vedrørende elektricitet. En af Teslas største opfindelser var radioen, det var imidlertid først efter sin død, at han fik æren for den. De fleste steder nævnes stadig italieneren Guglielmo Marconi som opfinder af radioen, men da Marconi i 1895 lancerede sin opfindelse, byggede den på forsøg, som Tesla havde foretaget to år før.

FARADAY

Michael Faraday (1791-1867) var en britisk fysiker og kemiker, som gjorde banebrydende opfindelser indenfor elektromagnetisme. Hans største indsats skete inden for elektricitet.

I 1821, kort efter at Hans Christian Ørsted havde opdaget elektromagnetismen, byggede Faraday to apparater, der kunne frembringe det, som han selv kaldte "elektromagnetisk rotation". Det er en vedvarende, cirkulær bevægelse, forårsaget af den cirkulære, magnetiske kraft omkring en ledning. Ligeledes byggede han en elektrisk generator, som anvendte en magnet til at frembringe strøm. Disse eksperimenter og opfindelser danner grundlaget for moderne, elektromagnetisk teknologi.

VOLT

Alessandro Volta (1745—1827) har lagt navn til måleenheden for elektrisk spænding. Italiensk fysiker som er kendt især for at have udviklet det elektriske batteri. I 1880 udtænkte Volta den såkaldte Voltasøjle, som er forløberen for batteriet. Volta fastslog, at det mest effektive par ulige metaller til at producere strøm med er zink og sølv.

AMPERE

André-Marie Ampère (1775-1836) har lagt navn til måleenheden for elektrisk strøm. En ampere er den konstante strøm som, hvis den opretholdes i to uendeligt lange lige parallelle ledere med negligerbare cirkulære tværsnit, som er placeret med 1 meters afstand i vakuum, vil producere en kraft mellem disse to ledere på 2×10^{-7} newton per meter.

OHM

Georg Simon Ohm (1789-1854) har lagt navn til måleenheden for elektrisk modstand. Tysk fysiker og matematiker.

